ÜBER
DOPPELEIER BEIM HUHN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG
DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT EINER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VON

FERDINAND IMMERMANN
AUS ERLANGEN.

BASEL
Buchdruckerei Kreis, Petersgraben 21
1899.

ÜBER
DOPPELEIER BEIM HUHN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG
DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT EINER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VON

FERDINAND IMMERMANN
AUS ERLANGEN.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

BASEL
Buchdruckerei Kreis, Petersgraben 21
1899.

MEINEM TEUERN VATER

PROF. DR. MED. HERMANN IMMERMANN

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET.

In der nachfolgenden Mitteilung ist die Bezeichnung «Doppeleier» der kürzeren und deshalb praktischeren Ausdrucksweise wegen gewählt worden. Darunter sind Hühnereier verstanden von ungewöhnlicher Grösse und häufig walzenförmiger Gestalt, so dass spitzer und stumpfer Pol nicht auf den ersten Blick deutlich unterscheidbar sind. In ihrem Innern enthalten dieselben zwei Dotter, welche entweder getrennt oder durch die Dotterhaut verbunden sein können. Ausgeschlossen wurden alle Dotter mit kleineren Anhängseln und solche Eier, welche einen Inhalt anderer Art besassen.

Doppeleier sind eine, wenn auch verhältnismässig seltene, so doch ziemlich allgemein bekannte Erscheinung, die von jeher wissenschaftliche und Laien-Kreise interessiert hat. Nachrichten über ihr Vorkommen reichen bis ins griechische Altertum zurück. So erzählt zum Beispiel *Aristoteles* in seiner Naturgeschichte der Tiere von einer Henne, welche vierzehn Eier mit doppeltem Dotter gelegt habe, und bei denen aus den befruchteten stets Zwillinge ausgekrochen seien. Zwei Jahrtausende später, in dem siebenzehnten Jahrhundert, berichtet *Fabricius ab Aquapendente* «Opera omnia anatomica et physiologica», erschienen zu Leipzig im Jahr 1687, über Doppeleier. Um dieselbe Zeit rührt von *Harvey*, der von 1578 bis 1657 lebte, eine Bemerkung über dieses Phänomen her. Dann erzählen die bekannten Naturforscher der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts, *Carl Ernst von Baer* und *Bischoff* in ihren Werken von Doppeleiern. Die erste Beschreibung hat *Wolff* geliefert, der in seinen «Novi Commentarii Aka-

demiæ imperialis Petropolitanæ» sich näher damit beschäftigt. *Serres* hat zuerst die Verschiedenartigkeit der Erscheinungen miteinander in Beziehung zu bringen und eine Erklärung dafür zu geben versucht. Am allereingehendsten bis jetzt hat sich *Panum* mit dieser Frage befasst, indem er einen grossen Abschnitt in seiner Abhandlung «Untersuchungen über Entstehung der Missbildungen» den Doppeleiern widmete. Im folgenden werde ich noch öfters Gelegenheit haben, dieses Werk zu erwähnen.

Wenn oben das Wort «selten» für das Vorkommen der Doppeleier gebraucht wurde, so hat dies einigermassen seine Berechtigung, wenn auch zwei Dotter in einem Eie nicht zu den äussersten Raritäten gehören. Die Franzosen *Fremy* und *Valenciennes* haben über diesen Punkt mit Hülfe des statistischen Bureau zu Paris Untersuchungen angestellt und in den «Comptes rendus» 1856 dieselben veröffentlicht. Es sollen darnach unter 140 Millionen Eiern, die auf den Markt gelangen, 200—300 Doppeleier und 5—6 Eier mit drei Dottern vorkommen. Dies liesse auf eine grosse Seltenheit schliessen. Wenn man aber bedenkt, dass hierbei nur den Eiern, welche auf den Markt kamen, Aufmerksamkeit geschenkt wurde und dass diejenigen, welche auf den Höfen zurückblieben, unberücksichtigt gelassen wurden; wenn man ferner bedenkt, dass die Doppeleier sich durch besondere Grösse auszeichnen, auf dem Markt aber für denselben Preis, wie die übrigen, abgegeben werden mussten, so wird die erwähnte geringe Anzahl erklärlich, und man kann sich leicht denken, dass wohl eine nicht unbeträchtliche Zahl von Doppeleiern auf den Höfen zu eigenem Gebrauch zurückblieb und daher nicht mitgerechnet werden konnte.

Panum schätzt, dass durchschnittlich unter 1000—2000 Eiern ein Doppelei vorkommt und dürfte damit das richtigere getroffen haben. Der vorhin angegebene Grund erschwert es sehr, solcher Doppeleier habhaft zu werden

und es gehört schon persönliche Bekanntschaft mit den Hühnerhofbesitzern und deren guter Wille dazu, wenn man regelmässig bedient sein will.

Was das Vorkommen bezüglich der Jahreszeit anbelangt, so habe ich bis jetzt die meisten Eier in den Monaten Mai bis August erhalten. Eines stammte ausnahmsweise aus dem Dezember. *Panum*, der sich mehrere Jahre mit der Suche nach Doppeleiern beschäftigte, bekam ein solches einmal im Januar und mehrere noch im August und September. Im übrigen stimmt der Höhepunkt des Vorkommens mit den von mir genannten Monaten überein. Daraus geht hervor, dass das Auftreten von Doppeleiern sich so ziemlich über die ganze Legeperiode der Hühner ausdehnt und keine Jahreszeit irgend einen besonderen Einfluss übt.

Die Häufigkeit des Legens wurde auch, was Doppeleier anbelangt, in Beziehung gebracht zur Rasse der betreffenden Mütter. Der geringen Anzahl der Beobachtungen wegen konnte jedoch kein genügendes Resultat erreicht werden. *Panum* ist in seiner Arbeit dieser Frage auch näher getreten, spricht sich jedoch nicht ausführlicher darüber aus, sondern nennt einfach Zahlen, aus welchen allerdings, wenn auch nicht absolut, hervorgeht, dass unsere einheimische Rasse eher dazu neigt, solche Eier zu produzieren. Von den Hühnern, deren Eier ich erhielt und von solchen, bei welchen mir ebenfalls von dieser Eigenschaft berichtet wurde, gehörten alle mit einer einzigen Ausnahme, unserer einheimischen Rasse an. Natürlich lässt sich daraus kein Schluss ziehen, und dürfte eben die Häufigkeit dieser Erscheinung bei unsern Hühnern dem Vorkommen dieser Rasse proportional sein. Zieht man auch andere Vogelarten in Betracht, so kenne ich nur Fälle bei der Gans, der Ente, beim Canarienvogel und bei der Taube.

Wenn auch in Beziehung auf die Rasse keine Prädisposition herrscht, so kann eine solche mit ziemlicher Sicherheit für einzelne Individuen in Anspruch genommen werden. Von den meisten Hennen, welche Doppeleier

legten, habe ich von der einzelnen stets mehrere erhalten. Ob dieselben nur Doppeleier oder zwischen durch auch normale Eier zur Welt brachten, konnte ungünstiger Umstände halber nicht untersucht werden und wären weitere Beobachtungen von Interesse. Bei einer Henne konnte ich auch eine gewisse Regelmässigkeit in der Zeitfolge des Legens beobachten, indem immer in einem Zeitraum von acht zu acht Tagen ein Doppelei gelegt wurde. Was die Prædisposition anbelangt, so möchte ich die Worte *Panum's* anführen: «Dass jedoch gewisse Hennen ganz besonders disponiert sind, Eier mit doppeltem Dotter zu legen, kann ich vollkommen konstatieren.»

Es liegt sehr nahe, bei dieser Gelegenheit auch die Erblichkeit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. Aus eigener Anschauung kann ich der oben bereits genannten Ursache wegen keine Mitteilung machen. *Panum* berichtet jedoch, dass vier Töchter einer alten Henne, welche Doppeleier gelegt hatte, wieder Eier mit doppeltem Dotter zur Welt brachten. Wenn damit eine bestehende Erblichkeit dieser Eigenschaft, wie sie für Zwillinge beim Menschen existiert, auch noch nicht gerade bewiesen ist, so deuten diese vier klaren Fälle wenigstens mit ziemlicher Sicherheit darauf hin.

Unter normalen Eiern Doppeleier herauszufinden, ist nicht immer leicht, da nicht jedes etwas grosse Ei zwei Dotter enthalten muss. Die Masse der Untersuchungsobjekte, die sich später als Doppeleier präsentierten, waren folgende: Der Längsdurchmesser schwankte zwischen 6,5 cm und 7,5 cm. Der Breitendurchmesser betrug durchschnittlich 4,8 cm. Schon durch diese Masse ist das am Anfang dieser Mitteilung beschriebene walzenförmige Aussehen bedingt, wenn auch dasselbe nicht bei jedem Ei gleichförmig zu Tage trat. Bisweilen zeigten sich auch Unregelmässigkeiten auf der Aussenfläche der Schale, indem Erhöhungen oder Einschnürungen dem Ei ein abnormes Aussehen verliehen. Doch sind eigentlich diese Zeichen

belanglos, denn sie kommen gerade so oft, ja absolut genommen öfter, auch bei gewöhnlichen Hühnereiern vor. Auch die Grösse der Eier lässt keinen sichern Schluss zu, und wurden obige Masse auch oft genug bei normalen Eiern gefunden. Unter zwanzig mit besonderer Aufmerksamkeit herausgesuchten Stücken, deren eines sogar einen Längsdurchmesser von 8 cm hatte, fand sich nicht ein einziges Doppelei. Eine Eigenschaft jedoch existiert, die mit einiger Sicherheit, in Verbindung mit dem bereits mitgeteilten, eine Diagnose zulässt: das ist das Gewicht, welches nach meinen bisherigen Erfahrungen nicht unter 80 Gramm heruntergeht, während dasjenige der normalen 75 Gramm gewöhnlich nicht übersteigt. So haben wir denn hierin einen Anhaltspunkt, dessen man sich mit Vorteil beim Auswählen bedienen kann.

Auf das Vorkommen von Doppeleiern in Basel wurde ich durch Herrn *Gustav Schneider* aufmerksam gemacht, dem ich an dieser Stelle seine Beihilfe zur Erlangung des Materials bestens verdanke. Ebenso bin ich Herrn *Dr. Bühler* aus Basel verpflichtet, sowie der *ornithologischen Gesellschaft* daselbst für die zuvorkommende Liebenswürdigkeit, mit welcher sie mir beim Suchen behilflich war. So verschaffte ich mir denn manche Eier, machte Bebrütungsversuche mit ihnen und erlaube mir nun in nachfolgendem die Ergebnisse derselben mitzuteilen, sowie einige Folgerungen aus diesen Ergebnissen hinzuzufügen.

Das Versuchsmaterial sei hier in zwei Gruppen eingeteilt und zwar aus folgendem Grunde:

Im Beginn der Untersuchung kam es öfters vor, dass beim Versuch, die beiden fest aneinander haftenden Dotter zu trennen, das Dotterhäutchen riss. Wegen dessen Durchsichtigkeit war dann ein Verfolgen des Verlaufs desselben so ziemlich unmöglich gemacht oder doch wenigstens sehr unsicher. Um dies zu vermeiden, wurden die Eier vor der eingehenden Untersuchung einige Zeit in eine Mischung von einem Teil 40 % Formaldehyds und zehn Teilen

Wasser gelegt. Hierdurch wurde das Dotterhäutchen matt und undurchsichtig und war nun dem Auge deutlich erkennbar, indem es sich von den gelben, nun ebenfalls fest gewordenen Dottermassen klar abhob. In mehreren Fällen gelang es nun nachzuweisen, dass *eine gemeinsame Dotterhaut beide Dotter überzog*, und zwar auf folgende Weise: Die Dotter wurden mit nicht allzugrosser Gewalt getrennt, jedoch so, dass die Dotterhaut nur am obern Teil riss, während sie unten erhalten blieb, so dass die Dotter gleichsam auseinander geklappt dalagen. Um nun sicher zu sein, ob nicht etwa hinter den freiliegenden Dotterflächen das Häutchen verborgen liege, wurde die Dottermasse in dünnen Schichten bis zu der Stelle unten, an welcher die Dotterhaut noch unverletzt war, abgetragen. Aber nirgends in diesen speziellen Fällen war eine Spur der Dotterhaut zu finden und schliesslich bot sich ein Bild, wie Figur 3 es zeigt, aus dem deutlich hervorgeht, dass eine gemeinsame Dotterhaut *beide Dotter überzog*. Da nun dieser Umstand eine wichtige Handhabe für eine spätere Erklärung der Entstehung der Doppeleier bietet, so habe ich mich veranlasst gesehen, das Untersuchungsmaterial in zwei Gruppen zu trennen:

1. in solche Eier, bei welchen die Dotterhaut gemeinsam war und

2. in die weitaus grössere Zahl von Eiern, bei welchen jeder Dotter seine gesonderte Dotterhaut besass.

Die Eier werden der Reihe nach beschrieben werden und sind dieselben der bessern Übersicht wegen in jeder Gruppe gesondert nummeriert. Die jeweiligen Embryonen sind apart für jede einzelne Gruppe erwähnt und wird angeführt werden, was Entwicklungsstufe und Lage der Zwillinge zu einander betrifft. Um jedoch Wiederholungen vorzubeugen, sei an dieser Stelle vorausgeschickt, was an äussern Eigenschaften allen Eiern der ersten Gruppe gemeinsam war. Nach der Bebrütung (bei jedem Ei von verschiedener Dauer) wurden die Untersuchungsobjekte so

geöffnet, dass durch leichten Schlag mit der Pincette an der Stelle, an welcher sich die Luftkammer befindet, ein Sprung erzeugt wurde. Von hier aus wurde die Schale stückweise oben, das heisst auf der Seite, auf welcher im Brutapparat der Schlauch auflag, abgetragen, möglichst ohne die Schalenhaut zu verletzen. Diese letztere wurde dann in Streifen vorsichtig losgelöst.

Die Luftkammer befand sich, wie bei normalen Eiern, am stumpfen Pol. Es ist dies bemerkenswert, da *Panum* einen Fall erwähnt und auch eine Abbildung davon giebt, wo sich bei einem Ei an beiden Polen eine Luftkammer entwickelt hatte. Eiweiss war verhältnismässig wenig vorhanden, die beiden Dotter füllten den Raum so aus, dass wenig in der Umgebung Platz fand. Der Dotter am spitzen Pol war an der Berührungsstelle mit seinem Nachbar etwas konkav eingedrückt. Die Kontaktfläche zeigte verschiedene Grösse. Der Durchmesser der Kreisfläche, in welcher sich beide Dotter berührten, schwankte in seiner Länge um 2—2,5 mm. Oben erwähnte Figur 3 zeigt die Dotter von einander getrennt. Man sieht daraus, dass die Berührung eine sehr ausgedehnte war. Auf den ersten Blick konnte von einem Zusammenhang der beiden Dotter nichts wahrgenommen werden, da der eine fast immer — und dies war gewöhnlich derjenige am stumpfen Pol — sich zu ungunsten des andern ausdehnte und sich gewissermassen in seinen Nachbar hineindrängte; erst durch die bereits genannte Methode konnte obiger Umstand, die gemeinsame Dotterhaut constatiert werden.

Ergebnisse der Brutversuche.

I. Gruppe.

Das *erste Ei* (Figur 1) war 120 Stunden im Brutapparat. Das Eiweiss zeigte sich stark verdickt und war hauptsächlich an der Berührungsstelle angelagert, die vertieft, wie eine Rinne, Raum für das Eiweiss bot. (In Figur 5 ist ein anderes Doppelei gezeichnet nach Wegnahme der Schale und der Schalenhaut; das vorhandene, wenig umfangreiche Eiweiss liegt vorzugsweise auf einer Seite.) Der Gefässhof war auf beiden Dottern gut entwickelt. Figur 1 lässt deutlich erkennen, wie sich der Dotter am stumpfen Pol zu ungunsten des andern ausdehnt. Auch kann man einigermassen sehen, dass der am spitzen Pol liegende an der Berührungsstelle mit seinem Nachbar etwas konkav eingedrückt ist.

Das *zweite Ei* (Figur 2) wurde 135 Stunden im Brutapparat gelassen. Es enthielt ebenfalls zwei befruchtete Dotter, welche zur Entwicklung gelangt waren. Die Figur zeigt das Doppelei ohne Schale und ohne Eiweiss, aber mit Erhaltung der Dotterhaut. Die Dotter sind durch den Aufenthalt in Formol und durch das vollständige Entfernen von Schale und Eiweiss etwas deformiert, so dass die konkave Einpressung des einen Dotters nicht mehr gut zu erkennen ist. Immerhin zeigt sich der Grössenunterschied sehr deutlich. Der Gefässhof ist auf dem Dotter am stumpfen Pol gut entwickelt; der auf der andern Seite ist zwar zu erkennen, aber sehr hinter der Entwicklung des ersteren zurückgeblieben.

Das *dritte Ei* (Figur 3) wurde 103 Stunden im Brutapparat gelassen. Es fanden sich keine Embryonen. Die Dotter waren nicht gleich gross, doch schien der Unterschied nicht bedeutend. Die bereits erwähnte Figur 3 zeigt das Ei, nachdem Schale und Eiweiss entfernt sind. Die Dotter-

haut ist an der Berührungsstelle durchgerissen und die beiden Dotter sind auseinander gelegt, um zu zeigen, wie eine gemeinsame Haut beide Dotterkugeln überzieht.

Das *vierte Ei* (Figur 4) wurde noch am gleichen Morgen an welchem es gelegt worden war, in den Brutapparat befördert und in demselben 101 Stunden gelassen. Beide Keimanlagen waren zur Entwicklung gelangt. Der Grössenunterschied war nicht bedeutend. Eiweiss war im Vergleich zu den übrigen viel vorhanden, wenn auch immer noch in geringerer Menge, wie bei gewöhnlichen Eiern. Die Area vasculosa war auf dem Dotter am stumpfen Pol wieder stärker entwickelt, als bei demjenigen am spitzen Pol, wie bei dem zweiten Ei dieser Gruppe (siehe Figur 2). Die Gefässhöfe lagen nicht in derselben Ebene. Beim Öffnen des Eis lag die am spitzen Pol befindliche Area vasculosa in einer Ebene, die beinahe rechtwinklig zu derjenigen der andern stand. Dies war die natürliche Lage, durch keinen Eingriff hervorgerufen. In Figur 4 ist der Versuch gemacht, dieses Verhalten zur Anschauung zu bringen. Die Zeichnung stellt das Ei dar mit Erhaltung der Schale und der Schalenhaut, sowie des Eiweisses. Man sieht, wie letzteres sich namentlich an der Berührungsstelle der beiden Dotter angelagert hat.

Das *fünfte Ei* (Figur 5) wurde 73 Stunden im Brutapparat gelassen und dann geöffnet. Der am spitzen Pol liegende Dotter war ansehnlich kleiner, als der am stumpfen Pol gelagerte. Das Eiweiss war ungleich verteilt und befand sich hauptsächlich auf einer Seite. Die Dotter waren befruchtet und zur Entwicklung gelangt, jedoch nicht gleichmässig: Während bei dem grösseren der Gefässhof gut ausgebildet war, konnte man bei demjenigen am spitzen Pol die Venæ terminales nur schwach erkennen. Auf dem Fruchthof befanden sich nur einige Blutinseln. Der Embryo fehlte hier am spitzen Pol vollständig, während der andere relativ gut entwickelt war und beim Öffnen des Eies noch lebte. Die Figur 5 zeigt das erwähnte Ver-

halten, sowie die Lagerung des Eiweisses. Die Schale ist auf der Zeichnung weggelassen.

Die *Embryonen* zeigten bei allen Eiern dieser Gruppe eine durchaus verschiedene Lage.

Bei dem *zuerst geöffneten Ei* (Figur 1) lagen sie Schwanz gegen Schwanz. Der Embryo am spitzen Pol hatte den Kopf nach unten gerichtet, der am stumpfen Pol jedoch nach oben. Die Lage war also keine symmetrische. (Es ist zu bemerken, dass alle Eier so orientiert sind, dass das spitze Ende nach rechts sieht. Die Bezeichnungen «oben» und «unten» sind in Bezug auf die Zeichnung genommen).

Die Embryonen des *zweiten Eies* waren, was Stellung anbelangt (Figur 2) Kopf gegen Kopf gelagert. Die Nacken-Steisslänge stand bei dem kleineren Embryo rechts senkrecht zur Längsaxe des Eis, bei dem grossen am stumpfen Pol parallel zu derselben. Der Embryo am spitzen Pol war abgestorben und schon etwas in Zersetzung übergegangen.

Bei dem *vierten Ei* (das *dritte* war, wie bereits erwähnt, unbefruchtet) waren nicht nur die Gefässhöfe, sondern auch die Embryonen in verschiedener Ebene gelagert. Da das Ei an der Stelle geöffnet wurde, an welcher bei der Bebrütung der Schlauch der Brutmaschine auflag, so hätte man nach der allgemeinen Erfahrung — die Keimscheibe mit dem Bildungsdotter, als der spezifisch leichtere Teil der ganzen Kugel, sieht bekanntlich immer sonst nach oben — erwarten dürfen, an diesem Platz auch beide Embryonen zu finden, wie dies auch bei allen vorigen Eiern der Fall war. Der eine Embryo am stumpfen Pol befand sich auch richtig an dieser Stelle; der andere am spitzen Pol befindliche hingegen lag ganz auf der Seite in einer Ebene, die beinahe rechtwinklig zu der des ersteren stand. Dieses sonderbare Verhalten könnte man allenfalls durch die gemeinsame Dotterhaut erklären, die den einen Dotter an der Drehung verhinderte. Die Keimscheiben müssten dann von Anfang

an in verschieden gelagerter Ebene entstanden sein. Dem stehen aber später noch zu nennende Fälle gegenüber, wo die Dotter nicht durch die Dotterhaut zusammenhiengen und bei denen nicht nur *eine* Keimscheibe, sondern beide anormal verschoben waren. Die Embryonen dieses vierten Eies hatten beide den Kopf nach der Mitte zugekehrt, doch war die Körperaxe verschieden gerichtet. Jene des rechts liegenden parallel zur Längsaxe des Eis, also gegen den spitzen Pol gerichtet, jene des links liegenden senkrecht zu derselben.

Bei dem *fünften Ei* war nur der eine Embryo am stumpfen Pol entwickelt mit der Nacken-Steisslinie parallel zur Längsaxe des Eies, der Kopf nach oben sehend. Vom anderen Embryo war, wie schon gesagt, keine Spur zu finden. Derselbe blieb jedenfalls schon im ersten Entwicklungsstadium verkümmert und wurde dann bis zur gänzlichen Absorption zurückgebildet. Von seiner einstigen Existenz zeugten nur noch die kümmerlichen Blutinseln und die schwachen Reste des Sinus terminalis.

Die *Entwicklungsstufe* der Embryonen dieser Gruppe war verschieden nach ihrer Lage im Ei. In der Regel hatte sich der Embryo auf dem Dotter am stumpfen Pol besser entwickelt, als der andere, der stets kleiner, beim zweiten Ei abgestorben und beim fünften, wie eben angeführt, gänzlich zurückgebildet war. In wieweit hier der Zufall oder eine ganz bestimmte Ursache mitgewirkt hat, lässt sich bei der geringen Zahl der zur Verfügung gestandenen Objekte nicht gut entscheiden. Jedenfalls ist aber die Regelmässigkeit, mit welcher der Dotter am stumpfen Pol begünstigt war, bemerkenswert, und sei dieser Umstand hier angeführt, um die Aufmerksamkeit bei späteren Untersuchungen nach dieser Richtung hin zu lenken. Ob die Anwesenheit der Luftkammer am stumpfen Pol irgend welchen Einfluss übt? Ich werde noch später diesen Punkt berühren müssen bei Betrachtung der Stellung der Keimscheiben mehrerer folgender Eier. Bei dem von

Panum erwähnten Doppelei mit zwei Luftkammern waren beide Embryonen gleich gut entwickelt. Was die oben erwähnte Regelmässigkeit der besseren Entwicklung am stumpfen Pol anbelangt, so stehen ihr die Beobachtungen *Panums* entgegen, der (*Panum* hatte eine weitaus grössere Zahl von Doppeleiern zur Verfügung) in manchen Fällen die Entwicklung am spitzen Pol besser oder doch wenigstens gleich gut fand. Nach seiner Meinung ist die Nähe der Luftkammer, die ja übrigens in den allerersten Entwicklungsstadien bei ganz frischen Eiern gar nicht vorhanden ist, da sie sich erst im Lauf der ersten Bebrütungsstunden bildet, für die erste Entwicklung belanglos. *Panum* fand Fälle, wo sich bis zur 69ten Bebrütungsstunde noch kein Luftraum entwickelt hatte. Ein für spätere Betrachtungen wichtiger Umstand, der am passendsten an dieser Stelle angeführt sein möge, ist folgender: *Bei keinem der Doppeleier der ersten Gruppe konnte ein Übergreifen der Cicatricula auf den Nachbardotter konstatiert werden, noch viel weniger ein Berühren oder gar Verwachsen der beiden Keimscheiben.* Dies wäre ja ganz leicht denkbar, wenn die Cicatricula der beiden Dotter so sehr nach der Mitte des Eies zu gelagert gewesen wäre, dass die Berührung der beiden Dotter gleichzeitig ein Aneinanderstossen der zwei Keimscheiben hervorgerufen hätte. *Serres* erwähnt einen Fall bei einem Taubenei, bei welchem unten die Dotter getrennt waren und welches oben zwei «penetrierende» Keimscheiben trug.

Es scheint, als ob die erste Gruppe nur seltene Ausnahmsfälle bildet, die mit einer besonderen Beschaffenheit der Mutter zusammenhängen, weshalb ich anführen will, dass drei Eier der ersten Gruppe von ein und derselben Mutter stammten. *Serres* erwähnt ebenfalls Doppeleier mit gemeinschaftlicher Dotterhaut, die er «eingeschnürte Dotter» nennt. Ob aber die sogenannten eingeschnürten Dotter ebenfalls identisch mit der eben beschriebenen Art sind, möchte ich nicht behaupten. Am ehesten passt die Be-

schreibung zweier in einem Calyx eines Hühnerovariums von *Serres* gefundenen Dotter, die unvollständig getrennt waren, aber gesonderte Keimscheiben trugen.

II. Gruppe.

Diese Art von Doppeleier, die ja durch das Verhalten ihrer Dotterhaut grundverschieden von der ersten ist, wurde viel häufiger in ihren Eigenschaften beobachtet. Ihr gehört auch die Mehrzahl der in dieser Mitteilung beschriebenen Doppeleier an. Wegen dieser verhältnismässig grossen Zahl würde es zu langwierig sein, jedes einzelne Ei genau zu beschreiben, und deshalb ist eine nähere Betrachtung im folgenden auf jene Eier beschränkt worden, die entweder befruchtet und zur Entwicklung gelangt waren oder die durch das Verhalten ihrer unbefruchteten Dotter Interesse erregten. In den meisten Fällen lagen diese hart aneinander und hafteten bisweilen so fest, dass sie auch beim Schütteln nicht auseinander fielen. Erst bei Anwendung einiger Gewalt lösten sie sich und zeigten eine gesonderte Dotterhaut. Einige wenige lagen vollständig getrennt. Eine Verbindung mittelst der Chalazzen zwischen beiden konnte leider wegen der durch Formol hervorgerufenen Verdickung des Eiweisses nicht mit Sicherheit erkannt werden. *Panum* führt mehrere Fälle an, bei denen dies der Fall war. Interessant sind aber die Eier dieser Gruppe noch dadurch, dass bei vielen eine abnorme Lage der Keimhaut konstatiert werden konnte. Bei der folgenden speziellen Beschreibung wird dieser Umstand näher erörtert werden.

Das *erste Ei* dieser Gruppe lag 56 Stunden im Brutapparat. Beide Dotter waren befruchtet, aber nur wenig zur Entwicklung gelangt, und zwar diesmal der Dotter am stumpfen Pol in viel geringerem Masse, als der andere. Am stumpfen Pol war kaum ein Gefässhof zu sehen, die

Keimscheibe jedoch war deutlich erkennbar. Die Cicatriculæ beider Dotter lagen an normaler Stelle und diese beiden waren gleich gross. Es kann daher auch das frühere Absterben des Keims am stumpfen Pol leicht einem äusseren Einfluss zugeschoben werden.

Das *zweite Ei* war 58 Stunden im Brutapparat. Die Dotter waren verhältnismässig gross und zwar hatte derjenige am stumpfen Pol das stärkere Volumen. Beide waren befruchtet. Wie in einem früheren Fall der ersten Gruppe *eine* Keimscheibe, so waren hier *beide* verschoben nach dem stumpfen Pol hin und zwar so, dass ihre Ebenen beinahe einen halben rechten Winkel zur Längsaxe des Eies bildeten, und die Keimscheibe des Dotters am spitzen Pol fast zur Hälfte von der Dottermasse des Nachbars verdeckt wurde. Hervorzuheben ist, dass die Verschiebung nach der Richtung der Luftkammer erfolgt war. Weder diesmal, noch in einem der späteren Fälle konnte ein Übergreifen der Keimscheibe auf den Nachbardotter beobachtet werden, wie dies ja bei dem Getrenntsein der Dotter auch kaum zu erwarten ist. Dieser Umstand sei nur angeführt mit Bezug auf das von *Serres* erwähnte und bei der ersten Gruppe citierte Taubenei mit gesonderten Dottern und vereinigten Keimscheiben. Wie leicht denkbar, war auch die Entwicklung der halbverdeckten Keimscheibe sehr hinter derjenigen des anderen Dotters zurückgeblieben. Die Berührungsfläche der beiden Dotter war nicht sehr ausgedehnt.

Das *dritte Ei* blieb 145 Stunden im Brutapparat. Die Dotter unterschieden sich in Grösse nicht sehr von einander. Beide waren befruchtet und zwar konnte man auf dem Dotter am stumpfen Pol die Venæ terminales sehr gut erkennen. Beide Keimscheiben waren in derselben Weise, wie bei dem vorigen Fall, verschoben, so dass auch wieder die Keimscheibe des Dotters am spitzen Pol halb verdeckt war. Im Vergleich zu den übrigen war ziemlich viel Eiweiss vorhanden.

Das *vierte Ei* zeigte nach achttägigem Aufenthalt im Brutapparat nach dem Öffnen zwei Dotter von ziemlich gleicher Grösse, die hart aneinander lagen. Beide waren befruchtet. Der Gefässhof des Dotters am spitzen Pol war etwas aus der Horizontalebene nach unten verschoben, ganz ähnlich, wie dies schon einmal bei einem Ei der ersten Gruppe beobachtet worden war.

Das *fünfte Ei* blieb 216 Stunden im Brutapparat. Beide Dotter waren befruchtet. Derjenige am stumpfen Pol erschien fast doppelt so gross, wie der andere, so dass er diesen halb verdeckte und in die Enge drängte. Beide Gefässhöfe hatten sich gut entwickelt trotz der eingeengten Lage, in welcher sich der Dotter am spitzen Pol befand. Das Ei, das auch schon äusserlich sich nicht besonders durch Grösse auszeichnete, enthielt eine ganz erstaunlich geringe Menge Eiweiss.

Das *sechste Ei* wurde 264 Stunden im Brutapparat gelassen. Nach dem Öffnen zeigte sich nur ein Dotter befruchtet und zwar derjenige am spitzen Pol. Der Embryo war schon ziemlich weit in der Entwicklung fortgeschritten. Der unbefruchtete Dotter am stumpfen Pol war bedeutend kleiner, zum Teil von seinem Nachbar bedeckt und ganz in die Enge gedrängt.

Es wären nun noch *fünf* unbefruchtete Doppeleier oder solche, bei denen keine Entwicklung bemerklich war, zu erwähnen. Diese einzeln aufzuführen, kann unterbleiben, da *zwei* von ihnen dieselben Eigenschaften zeigten, wie bereits beschriebene Eier und ein drittes wegen defekter Schale nicht bebrütet werden konnte. Es wurde hart gekocht untersucht, eine Methode, die nicht sehr praktisch ist, da der Dotter durch das Kochen zu sehr verändert wird und Einzelheiten nicht mehr erkennen lässt. Die zwei übrigen jedoch mögen Erwähnung finden, weil beide einen Zuwachs zur Mannigfaltigkeit der Erscheinung der Doppeleier bilden.

Das eine ist deshalb zu erwähnen, weil die Cicatricula des einen Dotters am stumpfen Pol nach oben, die des andern, am spitzen Pol nach unten gerichtet war. *Panum* kennt in seinem Werk diese Art und Weise der Stellung der Keimscheibe ebenfalls. Der Grund dieser Stellung lag nicht im Dotter selbst; nachdem die beiden Dotter vorsichtig unter Wasser voneinander gelöst und sich selbst überlassen wurden, drehte die Keimscheibe des Dotters am spitzen Pol sich sofort nach oben. Dasselbe Experiment, auch bei den übrigen Doppeleiern dieser Gruppe, die anormale Lage der Keimscheibe zeigten, ausgeführt, hatte denselben Erfolg. Die Zwangslage der Dotter, das geht aus dem eben beschriebenen Fall hervor, ist nicht durch das feste Aneinanderhaften der beiden Dotter bedingt, denn sonst müssten die beiden Keimscheiben eine Mittelstellung einnehmen. Die Hemmung ist wahrscheinlich in einer Unnachgiebigkeit der Chalazzen oder allzu grossen Reibung am umgebenden Eiweiss zu suchen.

Das zweite Ei war dadurch merkwürdig, dass die beiden Dotter keine Kugelform, sondern mehr Birnengestalt hatten und mit den weniger dicken Enden ausserhalb der Mittellinie aneinanderstiessen. Sie berührten sich nicht etwa nur, sondern hafteten ziemlich fest aneinander und konnten nur durch Anwendung einiger Gewalt von einander getrennt werden. Die Cicatricula war bei jedem Dotter an der normalen Stelle, also nach oben gerichtet, und befand sich auf dem dickeren Teil des Dotters.

Die *Embryonen* dieser Gruppe waren mehr oder weniger gut entwickelt, und lässt sich, mit einer Ausnahme sagen, dass die Entwicklung am stumpfen Pol stets eine weiter fortgeschrittene war. Das eine Ei mit unbefruchtetem Dotter am stumpfen Pol kann hierbei nicht in Betracht kommen. Diese eine Ausnahme bezieht sich, wie früher angedeutet, auf eine in den ersten Stadien abgestorbene Embryonalanlage, deren Tod jedoch wahrscheinlich äusseren Einflüssen zuzuschreiben ist.

Die *Lage der Embryonen*, der Reihe nach betrachtet, war folgende:

Das *erste Ei* trug nur auf dem Dotter am spitzen Pol einen Embryo, der mit seiner Nacken-Steissaxe senkrecht zur Längsrichtung des Eies lag. Den Kopf hatte er nach oben, den Rücken nach der Mitte des Eies gerichtet.

Beim *zweiten Ei* dieser Gruppe war ebenfalls nur ein Embryo erkennbar und zwar derjenige am stumpfen Pol. Derselbe lag der vorhin erwähnten Keimscheibe entsprechend nicht in einer horizontalen Ebene sondern geneigt zur Längsaxe des Eies. Der Kopf sah nach oben.

Das *dritte Ei* zeigte zwei Embryonen, beide, wie die Keimscheibe, in der gleichen Weise, wie beim vorigen Fall verschoben und bereits abgestorben. Früher zu Grunde gegangen war wahrscheinlich der Embryo am spitzen Pol, denn sein Nachbar war bedeutend besser entwickelt. Derselbe kreuzte mit seiner Nacken-Steissaxe horizontal die Längsaxe des Eies. Der Kopf war nach hinten gerichtet. Der zweite Embryo war auf den ersten Blick kaum zu sehen, da der Nachbardotter ihn überragte. Die Lage war nicht parallel zum andern, sondern der Kopf richtete sich mehr nach oben.

Das *vierte Ei* trug auf beiden Dottern gut entwickelte Embryonen. Die Lage desjenigen am spitzen Pol war etwas nach unten verschoben. Beide lagen in der Längsrichtung des Eies, den Schwanz nach der Mitte zu gerichtet, aber nicht im gleichen Sinne.

Bei dem *fünften Ei* waren beide Embryonen abgestorben. Derjenige am spitzen Pol war durch die Dotterhaut des Nachbars, die sich mit einer Falte über ihn wölbte, verdeckt, konnte aber wegen deren Durchsichtigkeit wahrgenommen werden. Die Embryonen lagen beide symmetrisch mit dem Rücken nach der Mitte zugekehrt, die Nacken-Steisslinie senkrecht zur Längsaxe des Eies.

Das *sechste Ei* der zweiten Gruppe, das letzte von den in meinen Besitz gekommenen, welches zur Entwicklung gelangt war, zeigte, wie oben erwähnt, nur *einen* gut entwickelten Embryo am spitzen Pol. Die Nacken-Steisslinie lag in der Längsrichtung des Eies. Der Schwanz war nach der Mitte gerichtet, der Kopf nach unten. Die Grössenentwicklung war gut vorgeschritten, dass man kaum einen Unterschied von normalen Eiern in Bezug auf die Zeit der Bebrütung sehen konnte, während doch alle übrigen ein merkliches Zurückbleiben verrieten. Die Anwesenheit eines *unbefruchteten* Dotters scheint demnach der Entwicklung kein grosses Hindernis entgegenzusetzen.

Aus den in diesem Abschnitt gegebenen Mitteilungen über die Eigenschaften der einzelnen zur Untersuchung gelangten Eier geht wohl zur Genüge hervor, wie gross die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen bei Doppeleiern ist. Kaum ein Ei glich genau einem seiner Art verwandten, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist. Und doch kann man verschiedene Gruppierungen vornehmen je nach der Grundlage der Einteilung. Für einen Erklärungsversuch über die Entstehungsursache ist sogar eine Betrachtung nach verschiedenen Gesichtspunkten unerlässlich und so möge denn die folgende kleine Zusammenfassung aller zu Tage getretenen Eigenschaften bei Doppeleiern einen kurzen Überblick über das Gefundene geben, um daraus einige Folgerungen ziehen zu können.

Zusammenstellung.

Fassen wir alle Verschiedenheiten in Bezug auf Lage, Entwicklung der Embryonen, Grösse und Verwachsung der Dotter, sowie deren Befruchtung zusammen, so ergeben sich folgende Zahlen:

Bei 16 Beobachtungen waren:

1. Sechs Eier unbefruchtet resp. nicht zur Entwicklung gelangt;

2. zehn Eier befruchtet und zur Entwicklung gelangt;
3. bei einem Ei nur ein Dotter befruchtet und zur Entwicklung gelangt;
4. bei fünf Eiern die Dotter durch gemeinsame Dotterhaut verbunden;
5. bei elf Eiern jeder Dotter mit besonderer Dotterhaut versehen;
6. in zehn Fällen die letztgenannten Dotter miteinander verklebt, ohne durch eine Hagelschnur verbunden zu sein;
7. bei acht Eiern (die vollständig unbefruchteten resp. nicht entwickelten fallen weg) die Entwicklung am stumpfen Pol weiter fortgeschritten;
8. bei zwei Eiern die Entwicklung am spitzen Pol besser;
9. bei sechs Eiern eine Verschiebung der Keimscheiben zu konstatieren, und zwar hiervon wieder
   a) in 3 Fällen bei beiden Dottern desselben Eies;
   b) in 3 Fällen bei dem Dotter am spitzen Pol;
10. Stellung und Lage der Embryonen in keinem Fall dieselben;
11. bei fünfzehn Fällen auf dem grösseren Dotter auch die besser entwickelten Embryonen;
12. war in einem Fall (es ist dies bei der abgestorbenen Embryonalanlage am stumpfen Pol) der besser entwickelte Embryo auf dem Dotter am spitzen Pol.

Diese Zusammenstellung zeigt wohl am deutlichsten die vorhin hervorgehobene Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit des Verhaltens der Doppeleier. Bei keinem Ei war die Stellung der Embryonen auch nur annähernd dieselbe, so dass man bei Zwillingseiern des Huhns von einer Norm-Lage sprechen könnte. Schon der verschiedenartige Fortschritt der Entwicklung auf beiden Dottern trug viel dazu bei, die Stellung des einen oder des andern Embryo zu verschieben. Bei dieser Variabilität liegt eine Erklärung für die Entstehung solcher Bildungen nicht klar vor Augen, und doch gestatten die

geschilderten Untersuchungsergebnisse einige Schlüsse, die darzulegen Aufgabe des nächsten Abschnitts sein soll.

Entstehung der Doppeleier.

Die Entstehung von Doppeleiern kann nach den verschiedensten Gesichtspunkten betrachtet werden. Man kann vor allen Dingen die Frage aufwerfen: sind Doppeleier eine normale Bildung oder gehören sie in die Kategorie der Monstra. Der Ausspruch, dass normale Zwillinge nur die höchste Potenz der Ausbildung eines Doppelmonstrums seien, erfordert es, zunächst auf die Entstehungsursachen der Mehrfachbildungen überhaupt einzugehen.

Was die morphologische Bedeutung letzterer anbelangt, so nennt *Rauber* drei Auffassungen:

1. Doppelbildungen sind ein nicht gelungener Versuch der Natur zu vollkommenen Zwillingen.
2. Sie sind ein nicht gelungener Versuch der Herstellung eines einheitlichen Individuums.
3. Sie sind zu beurteilen als Geschöpfe eigener Art.

Mehrfachbildungen sind zunächst darnach zu sondern, ob dieselben aus *einem* Ei stammen, oder ob ursprünglich *zwei*, beziehungsweise *mehrere* Eier bei deren Entstehung mitwirken. Korrespondierend hiermit ist die Frage der Teilung oder Verwachsung. Ist ein einziges Ei der Ausgangspunkt, so können wir als ersten Grund einer mehr oder weniger vollkommenen Teilung vor allem den Befruchtungsvorgang ins Auge fassen, indem die Überlegung geboten ist: hat das Eindringen von mehr als einem Spermatozoon ins Ei irgend welchen Einfluss auf dessen spätere Entwicklung? Gibt es überhaupt eine Befruchtung durch mehr als einen Spermakern? Das Herbeiziehen der Superfötation zur Erklärung von Missbildungen ist sehr alt, wie denn schon *Empedokles* ihren Ursprung von der

Überfülle oder von dem Mangel des Samens abzuleiten versuchte. Ferner kann unabhängig von der Befruchtung eine Teilung des gesamten Eies gedacht werden, oder kann eine solche des Keimbläschens und damit der späteren Embryonalanlage, oder schliesslich der bereits entwickelten Anlage eintreten. *Valentin* hat bereits versucht, durch künstliche Zweiteilung der Keimscheibe Doppelbildungen hervorzurufen. *Leuckart* hat Keimscheiben gespalten, über die lädierte Stelle ein Stück Eischale gebunden und eine gesonderte Entwicklung jeder Hälfte bis zum sechsten Tage beobachtet. In neuester Zeit haben Versuche von *Driesch* und *Morgan* und *Fischel*, welche dieselben in der zoologischen Station zu Neapel an Ctenophoren machten, gezeigt, dass eine gewaltsame Teilung der Eianlage die Fortentwicklung zweier, wenn auch missbildeter Individuen zur Folge hat. Den mechanischen Einfluss auf die Entwicklung des Eies in abnormer Weise hat *O. Schultze* dargelegt. Er versetzte direkt nach der Befruchtung Froscheier in eine Zwangslage, welche durch Quetschung verhinderte, dass der dunkle Pol sich nach oben drehen konnte. Wenn nun auch bei der Weiterentwicklung später die normale Lage wieder hergestellt wurde, so sah er doch Doppelbildungen entstehen. Dass auch in der Natur ein derartiger Einfluss möglich sein kann, ist nicht undenkbar. — Durch Schütteln, Bürsten und ähnliche äussere Einwirkungen sind ebenfalls, wenigstens bei Amphioxus- und Echinuseiern, schon Doppelbildungen hervorgerufen worden, wie *Wilson* und *Driesch* nachgewiesen haben. Interessant sind auch die Versuche von *Driesch*, der es unternahm, durch übermässige Erwärmung Doppelbildungen hervorzurufen. Es gelang ihm bei Eiern von Echinus granularis, die er acht Stunden auf 31° Celsius erwärmte, eine Trennung der Morula zu bewirken, und er sah aus beiden Teilen sich eine gesonderte Blastula entwickeln. Er wurde hierauf aufmerksam gemacht durch die Beobachtung von *Vejdovsky*, der bemerkte, dass

bei Lumbricus trapezoides häufig Doppelbildungen, bedingt durch die wärmere Jahreszeit, vorkommen.

Eine andere Art der Entstehung von Duplicitäten gibt *Loeb* an: «Er brachte Eier vom Seeigel 10 Minuten nach der Befruchtung in Seewasser, dem 100% seines Volumens destilliertes Wasser zugefügt war. Durch Wasseraufnahme platzte die Membran und ein Teil der Eisubstanz floss als Extraovat aus, blieb aber mit dem in der Membran noch eingeschlossenen Teile des Eis durch eine Brücke verbunden. Solche Eier lieferten, wenn sie nach einiger Zeit in normales Seewasser zurückgebracht wurden, Zwillinge, indem aus jedem der beiden Teilprodukte ein völlig normaler Embryo hervorging. Die Embryonen blieben häufig vereinigt, meist jedoch trat Trennung ein. Durch Ausfliessen mehrerer Massen wurden Drei- und Vierfachbildungen erzielt. Jedes Teilprodukt bildete gleich eine ganze Morula und ganze Blastula und trat keinerlei Halbbildung ein. Von besonderem Interesse erscheint es, dass derselbe Versuch auch mit Eiern in den verschiedensten Furchungsstadien gelingt. Noch auf dem 64ger Zellenstadium konnten durch auf obige Weise hergestellte künstliche Teilung des Eimaterials Doppelbildungen erzeugt werden.» *Loeb* schliesst aus diesen Versuchen, dass jeder Teil des Protoplasmas der Eizelle einen Embryo bilden kann, und dass die Zahl der Embryonen bestimmt ist durch die geometrische Form, die man dem Protoplasma giebt. *Loeb* hält es für möglich, dass das Schema seiner Versuche dem natürlichen Vorgang bei der Zwillingsbildung entspricht, da er gefunden hat, dass im Augenblick der Befruchtung der osmotische Druck im Ei ausserordentlich steigt. *Gerlach* ging in seinen Experimenten zur Erzeugung künstlicher Doppelbildungen noch weiter, indem er es unternahm, die Doppelmonstra in eine bestimmte Form zu zwingen. Er überzog Hühnereier mit Firniss und liess nur über der Keimscheibe auf der Schale eine Y oder V förmige Stelle frei, um nur an dieser Stelle dem Sauerstoff der Luft Zutritt zum Ei

zu gestatten. In zwei Fällen bei sechzig Untersuchungen erreichte er Spaltungen der Keimanlage. Damit müsste man also auch die Sauerstoffzufuhr als Agens bei der Entwicklung des Keims in Betracht ziehen. — Die Frage, ob der Kern unbedingt notwendig sei zur Weiterentwicklung eines Seeigels entschied *Boveri*, dem es gelang, sowohl aus kernhaltiger, als auch aus kernloser Substanz bei Sphærechinus granularis kleine Larven zu züchten. Daraus geht hervor, dass wenigstens bei diesem Tier die Entwicklung der Teilstücke bei der Trennung der Eizelle von der Anwesenheit des Kerns unabhängig sind. *Driesch* und *Morgan* sind bei ihren Untersuchungen zu gleichen Resultaten gelangt.

Aus allen diesen Untersuchungen erhellt, wie vielseitig die Ursachen der Entstehung von Doppelbildungen aus einem Ei sind, und dass auf mannigfache Art eine Trennung der Eizelle oder der Furchungskugeln hervorgerufen werden kann, ohne dass die Weiterentwicklung des Organismus gestört wird. Soweit die Ergebnisse der *O. Schultze'schen* Experimente für diese Mitteilung in Betracht kommen, lauten sie:

« Polyspermie ist nicht die Ursache der Doppel-Missbildungen. Dieselbe muss vielmehr in der Structur des Eierstockeis liegen. »

« Die Doppelbildungen sind auf eine unvollkommene Zellteilung der das Bildungsmaterial liefernden Elementarorganismen (der Eizellen) im Eierstock zurückzuführen. Da sich die Befruchtung als für die Genese unmassgeblich erwiesen hat, so erscheint es gleichgültig für den Erfolg, ob die Eizelle früher — unter natürlichen Bedingungen im Eierstock — oder später durch die Hand des Experimentators mehr oder weniger vollkommen geteilt wird. »

« In diesem Sinn beruht die Entwicklung der Doppelmonstra, sowie der aus einem Ei stammenden Zwillinge nicht auf einer Überproduktion von Keimmaterial; sie erscheint vielmehr, wenn wir die Entwicklung der Geschlechts-

produkte in die individuelle Entwicklung miteinbeziehen, als Hemmungsbildung.»

Alle Versuche, die in dieser Angelegenheit angestellt wurden, einzeln hier anzuführen, wäre zu weitläufig. Auch dienen sie ja nur in beschränkter Weise, wie im folgenden zu ersehen sein wird, als Grundlage für die Aufklärung über die Entstehungsweise der Doppeleier.

Betrachten wir nunmehr die Theorie von der Entstehung der Doppelmonstra aus zwei Eiern, wobei die mehr oder weniger ausgebildete Verschmelzung oder Verwachsung zweier Eizellen beziehungsweise Embryonalanlagen vorkommt, die bei Übergewicht der einen zur vollkommenen Absorption der andern führen kann. Dieser extreme Grad der Verschmelzung ist in neuester Zeit zur Erklärung für verschiedene Missbildungen, wie für überzählige Finger, Arme etc. herbeigezogen worden, indem man annimmt, dass solche Appendices die letzten Überreste eines sonst vollständig verschwundenen Embryo seien. Auch der sogenannte Situs inversus viscerum soll damit erklärt werden, dass ursprünglich zwei symmetrisch angelegte Embryonen existiert hätten, von denen der eine mit Situs rectus vollständig, während der Entwicklung des andern absorbiert worden sei. Die sonderbare Erscheinung des Fœtus in fœtu gehört ebenfalls hierher. Einen sehr augenscheinlichen Fall teilte *von Quatrefages* der Akademie der Wissenschaften zu Paris im Jahr 1855 mit. Er betrifft eine Doppelbildung beim Hecht; «Der Doppelfisch war ihm zugestellt worden, nachdem er seit 17—20 Tagen das Ei bereits verlassen hatte. Vorn am Dotter sah man noch sehr deutlich eine ziemlich tiefe Furche, welche seiner Annahme gemäs die Verschmelzungsstelle der beiden vereinigten Dotter anzeigte. Im übrigen bildete der Dotter eine einzige Masse. Die beiden jungen Fische waren völlig von einander getrennt und hiengen nur mit den Vorderflächen an dem doppelten Dotter. Der eine der Embryonen hatte ein missgestaltetes Gesicht und entbehrte der Augen,

während er im übrigen völlig entwickelt war. Der andere hatte einen wohlgestalteten Kopf; doch waren die Augen nicht rund und das Operculum grösser als gewöhnlich, der Körper missgestaltet, wie buckelig, und jenseits des Anus pfropfenzieherartig gewunden». Die Embryonen dieser beiden Dotter näherten sich dann immer mehr einander, bis sie schliesslich, entsprechend der Absorption der beiden Dotter mit einander in Verbindung traten. Über den Zeitpunkt der Verschmelzung sagt er, dass dieselbe schon während der Bildung des Eis im Eierstock entstünde. Dieser letzten Ansicht tritt *Coste* entgegen, indem es darlegt, «dass das Ei der Knochenfische zur Zeit der Reifung aus drei Teilen bestehe, einer halbflüssigen, durchscheinenden Masse, die seine Höhle füllt; aus molekularen Körnchen, die gleichmässig darin verteilt sind und endlich aus gleichfalls zerstreuten ölartigen Tropfen: die ganze Mischung bezeichne man als Dotter. Dieses sei aber nicht der Keim. Erst als eine Folge der Befruchtung erscheine der Keim, indem jene zerstreute molekulare Masse sich an einem Pol des Eies sammle. Diese Cicatricula allein diene, wie bei den Vögeln zur Bildung des Blastoderms oder des neuen Wesens. Die übrigen Elemente seien Nahrungselemente. Der Gedanke der Bildung der Doppelmonstra durch Verschmelzung zweier Dotter, Platz greifend zu einer Zeit, da sich das Ei konstituiert, würde folglich eine unstatthafte Hypothese sein, die sich auf ungenügende Kenntnis der normalen Entwicklungsgesetze stütze.» Einen weitern Fall von Verwachsung zweier ursprünglich getrennten Embryonen führt *Geoffroy St. Hilaire* beim Huhn an. Die Embryonen befanden sich nach der Angabe auf zwei getrennten Dottern, waren aber später durch eine Nabelschnur verbunden. Weitere eifrige Verfechter der Verwachsungstheorie waren ausser den bereits genannten unter andern auch der *ältere Geoffroy St. Hilaire, Lémery* und zuerst auch *Serres*, ferner *Meckel von Hemsbach*, der annimmt, dass die in *einem* Chorion eingeschlossenen Zwillinge durch Verschmelzung

zweier aus einem Graaf'schen Follikel stammenden Eier entstünden. Unter die Rubrik der Verschmelzung zweier Dotter könnte man allenfalls auch jene Eier rechnen, die nach der Beobachtung *Panum's* auf einem Dotter zwei Keimscheiben trugen, indem man von der Voraussetzung ausgeht, dass ursprünglich zwei Dotter vorhanden gewesen sind, die schliesslich vollständig in einander übergiengen und als Zeugen ihrer früheren Duplicität nur noch die zwei Keimscheiben zurückliessen. Direkte Experimente über künstliche Verschmelzung während der Entwicklung sind mir nicht bekannt. Man müsste denn die Versuche *Born's* in den Kreis der Betrachtungen ziehen, der Amphibienlarven entzweischnitt und gleichwertige Teile aneinander wachsen liess und dieselben lebend, wenigstens gewisse Zeit, erhalten konnte.

Zur Erklärung der Ursache der Verschmelzung hat der *jüngere Geoffroy St. Hilaire* den Satz aufgestellt: «Die Tendenz ähnlicher Teile zur Vereinigung, oder, wie mein Vater es nennt, die Verwandtschaft des Gleichen zum Gleichen, ist also das Prinzip, auf welches die Doppelmonstra zurückzuführen sind. Dies ist hier die allgemeine Ursache der Vereinigung zusammengesetzter Wesen und sie erscheint darum als die oberste Regel aller Anordnungen und aller organischen Veränderungen der zusammengesetzten Wesen.» Für diese Annahme sind die *Born'schen* Versuche sehr günstig, trotz der Beobachtungen *Leuckart's*, der, wie bereits erwähnt, Hühnerkeimscheiben künstlich spaltete und keine Wiedervereinigung konstatieren konnte. Die Affinität gleichartiger Teile findet bei Embryonen warmblütiger Tiere nur viel grössere Schwierigkeiten. *Rauber* tritt oben erwähntem Satz entgegen mit der Meinung, dass es ja gar nicht unbedingt notwendig sei, dass verwachsene Embryonen je einmal von einander getrennt waren; ebenso folge aber alsdann aus dem Satze, dass nur ähnliche Teile verschmelzen und unähnliche der Verschmelzung widerstreben, der Schluss, es müssten in Fällen mangelnder

Verschmelzung die Embryonen unähnlich gelagert gewesen sein.

Zu der von *Rauber* in seiner «Theorie der excessiven Monstra» angeführten Bemerkung: «Das vollendetste aller Doppelmonstra ist das, in gemeinsamem Chorion, getrennte Amnien mit vollkommenen Zwillingen enthaltende Ei. So kehrt der höchste Grad monströser Duplicität in seinem Resultat zur Norm zurück» — könnte man für die Erklärung normaler Zwillinge auch alles im ersten Abschnitt über die Monstra angeführte hier anreihen. Ebenso die Theorie zweier Keime in einem Ei, zu der erst in den jüngsten Tagen *Stoeckel* neue thatsächliche Grundlagen beigebracht hat. Die Verdoppelung des Keimbläschens im Ei scheint nicht allzu selten vorzukommen, wie aus seinen Mitteilungen und den von ihm beigebrachten litterarischen Angaben hervorgeht. Neu dagegen treten zwei Voraussetzungen hinzu: entweder platzen *gleichzeitig zwei* Graaf'sche Follikel und es gelangen gleichzeitig zwei befruchtete Eier in den Uterus oder *ein Graaf'scher Follikel* enthält *zwei Eier* und entleert dieselben gleichzeitig, so dass sie zusammen in die Tube gelangen. Für den ersten Fall sprechen die Zwillinge mit getrennter Placenta und zwei gesonderten Chorien. Das gleichzeitige Platzen zweier und mehrerer Follikel im Eierstock kommt häufig vor. Nicht nur beim Menschen, auch bei Säugern ist es sehr verbreitet. Unter Reptilien zeigen Eidechsen, Schildkröten, Schlangen, Krokodile dieselbe Erscheinung und kann dieses Vorkommen auch ganz leicht bei Vögeln denkbar sein. *Hellin* sagt in seiner Schrift: «Die Ursache der Multiparität der uniparen Tiere überhaupt und die Zwillingsschwangerschaft beim Menschen insbesondere»: «Die Multiparität, deren Basis das gleichzeitige Platzen mehrerer Follikel bildet, ist die Folgeerscheinung der relativ grösseren Anzahl von Eifollikeln im Ovarium», und vertritt damit diese Art der Erklärung. Je weniger Bindegewebe ein Ovarium im Verhältnis zur Anzahl der darin enthaltenen Eier besitzt, desto

leichter ist ein gleichzeitiges Platzen zweier Graaf'schen Follikel möglich.

Auch die zweite Annahme — ein Follikel enthält zwei Eier — stösst auf keine Schwierigkeiten und ist ein solches Vorkommen schon öfters beobachtet worden. *Von Baer* beschreibt solche Follikel beim Hunde und beim Schwein, *Bidder* beim Kalb, und auch *Bischoff* hat mehrere Eier in einer Theka gefunden. Das hiesige anatomische Institut besitzt ebenfalls ein mikroskopisches Präparat vom Ovarium der Katze, das drei Ovula in einem Follikel enthält. Es gelang mir auch solche Follikel im Vogelovarium nachzuweisen. Eine Henne, welche Doppeleier gelegt hatte, konnte ich in meinen Besitz bringen. Leider gelangte das Tier erst zur Sektion, nachdem seine Legeperiode bereits zu Ende war. Eierstock samt Eileiter und Kloake wurden herausgenommen und in Pikrinsäure-Sublimat gehärtet. Die kleinern Teile des Ovariums wurden in Celluloidin eingebettet und serienweise mit dem Mikrotom in Schnitte zerlegt, die grössern äusserlich mit der Lupe untersucht. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich zwei Follikel, die zwei Eier enthielten. Allerdings waren die betreffenden Follikel sehr klein und würden wahrscheinlich erst spät zur Reife gelangt sein. Die mikroskopische äusserliche Untersuchung hatte ein negatives Resultat.

Nach diesen Betrachtungen ist noch die Frage zu erwägen: *Sind die in dieser Mitteilung beschriebenen Doppeleier Missbildungen?* Von morphologischem Gesichtspunkt aus ist mit «*Nein*» zu antworten, denn bei keinem der beschriebenen Embryonen konnte, was Körperbau anbelangt, irgend welche Abnormität beobachtet werden. Ferner war in keinem Fall eine Verwachsung zu konstatieren. Die mehr oder weniger günstige Entwicklung des einen Embryo ist für die Morphologie belanglos. Ebenso kann das Zusammenhängen durch die Dotterhaut aus später zu nennenden Gründen an dieser Stelle nicht die Bezeichnung eines «Monstrums» rechtfertigen. Ob dieselben genetisch als

solche zu betrachten sind; dies zu beantworten führt auf die Frage: Wie kann man sich Doppeleier entstanden denken? Schon die, bei der Besprechung der Brutergebnisse genannte Einteilung in zwei Gruppen erfordert es, dass auch hier eine doppelte Deutung Platz finden muss.

Wie erläutert wurde, sind Doppeleier mit gesonderten Dottern und solche, bei welchen beide Dotter eine gemeinsame Haut besitzen, zu unterscheiden. In beiden Fällen sind beide Dotter von gemeinsamen Eiweiss, beide von gemeinsamer Schale und Schalenhaut umgeben. Dies kann aber nur geschehen, wenn beide gleichzeitig oder wenigstens in sehr kurzer Zeitfolge nacheinander in die Eileiter gelangen, wo die Eiweisssekretion statt hat. Von hier wurden sie, in einen gemeinschaftlichen Mantel von Eiweiss eingehüllt, gleichzeitig in den dem Uterus entsprechenden Teil des Ovidukts befördert, wo der Prozess der Schalenbildung beide Dotter samt Eiweiss umkleidet. Soweit ist eine übereinstimmende Betrachtung möglich. Sobald aber der Ursprung der Dotter erörtert werden soll, müssen beide Gruppen getrennt behandelt werden, und sei zunächst den Dottern mit gesonderter Dotterhaut Aufmerksamkeit geschenkt. Hier können wir über ihre Herkunft *zweierlei* Vermutungen aufstellen: entweder wurden beide Dotter *gleichzeitig aus zwei verschiedenen Calyces* entleert und gelangten so zusammen in den Oviduct, oder *ein Graaf'scher Follikel* enthielt *beide Dotter* im gleichen Raum eingeschlossen. Was den letzten Punkt anbelangt, so tritt *Panum* dieser Erklärung entgegen. Er sagt: «Dass man bei Säugetieren und vielleicht bei Fischen zwei und mehr Eier in einem Eierstockfollikel gefunden hat, beweist nichts für das Vogelei, dessen Dotter von dem der Säugetiere so wesentlich verschieden ist, dass man die bei der einen Klasse gefundenen Abnormitäten nicht so ohne weiteres für die andere geltend machen kann.» *Panum* geht von der Thatsache aus, dass er selbst und, mit Ausnahme des einen Falls von *Serres*, den *Panum* anzweifelt, auch andere

niemals zwei Eier in einem Follikel des Huhnes sahen. Beruht nun aber meine bei der mikroskopischen Untersuchung gemachte Beobachtung auf keiner Täuschung, was nicht wahrscheinlich ist, so wäre die *Möglichkeit des Vorkommens zweier Vogeleizellen in einem Follikel erwiesen.* Selbstverständlich kann man auf die Sektion dieser einen Henne hin der eben erwähnten Erscheinung noch keine allgemeine Geltung zuschreiben. Erst die Untersuchung mehrerer Hennen wird vollständige Klarheit verschaffen können. Leider ist es mir nicht gelungen, die betreffende Henne zu den übrigen Doppeleiern ausfindig zu machen, da eines Teils die Einrichtung der Hühnerhöfe ein Absperren einzelner Tiere nicht zuliess, andern Teils die Herkunft mancher Eier keine sichere Garantie für die Erhaltung der richtigen Mutter bot.

Was nun die zweite Sorte von Doppeleiern, diejenigen mit gemeinsamer Dotterhaut, anbelangt, so kann für diese nur *eine* Art der Herkunft vorausgesetzt werden: sie können nur aus *einem Follikel* stammen; denn es ist kaum anzunehmen, dass erst im Oviduct eine Verwachsung beider Dottermembranen eintrat. Der Aufenthalt im Eileiter ist viel zu kurz, um Zeit für eine derart ausgedehnte Verschmelzung zu gestatten; auch befinden sich die Dotter auf ihrem Weg zur Aussenwelt in fortwährender Bewegung, ein Umstand, der einer Verschmelzung nur ungünstig sein kann. Wie entsteht nun die gemeinsame Dotterhaut? Nach *Panum* wird die Hülle des Dotters bei normalen Eiern durch unmittelbare Berührung der Eizelle mit der Follikelwand gebildet. *Kollmann* schreibt in seiner «Entwicklungsgeschichte des Menschen»: «Die Zona ist wahrscheinlich eine Auflagerung der Follikelzellen.» Nimmt man dies an, so kann eine gemeinsame Hülle der beiden Dotter leicht dadurch entstehen, *dass sie im Follikel fest aneinander gelagert sind, wodurch ein Eindringen der Auflagerung zwischen beide Dotter unmöglich und die Hülle nur oberflächlich und damit für beide gemeinschaftlich*

wurde. Bei dieser Annahme hat man nicht nötig, eine Teilung eines ursprünglich einzigen Eies anzunehmen, ebenso wenig eine Verschmelzung zweier Dotter. Bei solcher Auffassung brauchen überdies Doppeleier *nicht als Monstra* aufgefasst zu werden, obwohl den Eiern keinerlei Vorzug für die Erhaltung der Spezies zukommt.

Diese Umschau, welche keineswegs auf Vollständigkeit Anspruch macht, ergibt, dass über die Entstehung von Doppelbildungen bemerkenswerte Erfahrungen namentlich auch durch die experimentelle Embryologie gewonnen worden sind, die aber noch kein abschliessendes Urteil gestatten. Offenbar können Doppeleier auf verschiedene Weise entstehen.

Betrachtet man die im ersten Abschnitt ausgeführten Brutergebnisse, so wird es gewiss auffallen, dass in den meisten Fällen, ein Dotter sich zu Ungunsten des andern entwickelte. Die Dotter sind verschieden, oft ist der eine Dotter kleiner als der andere; oft hat nur der eine Embryo eine weitere Ausbildung erfahren, während sein Nachbar rudimentär geblieben oder nach wenigen Tagen abgestorben ist. Es fehlt also eine feste Regel in der Entwicklung der bis jetzt beobachteten Fälle.

Dieser Umstand deutet unverkennbar darauf hin, dass einer dieser Embryonen unter ungünstigen Entwicklungsbedingungen sich befindet und von beiden also *nur einer* Aussicht hat zur Reife zu gelangen. Aber selbst dieser eine hat noch grosse Gefahren zu überwinden, die in der Anwesenheit des zweiten Dotters liegen. Dieser wird schon mechanisch, als ein Hindernis, der freien Entwicklung verhängnisvoll werden können, weil er den Raum einengt. Es ist überdies wahrscheinlich, dass, wenn der eine der Embryonen zu Grunde geht, er auch den andern schliesslich mit in das Verderben ziehen wird. Die Zersetzungsprodukte des Toten werden den Lebenden vernichten.

Ein weiterer Punkt ist, dass man nur vereinzelte, aber nicht verbürgte Fälle kennt, bei denen aus einem richtig diagnostizierten Doppelei normale Zwillinge auskrochen. Die am Anfang erwähnte Erzählung des *Aristoteles* dürfte doch wohl nur historisches Interesse haben. Leicht möglich ist ja, dass man wirklich zwei, vielleicht schon weiter entwickelte *Embryonen* in einem Doppelei gesehen hat. Nach den Erfahrungen, die aus den bisherigen Bruteergebnissen hervorgehen, scheint ein Auskriechen der Zwillinge kaum denkbar. Sollten wirklich solche vereinzelte Fälle vorgekommen sein, so gehören sie eben zu den äussersten Seltenheiten, die für die Regel nicht in Betracht kommen können.

So darf man denn wohl sagen, dass Doppeleier keinen Fortschritt in der Erhaltung der Art bilden, und wenn *Panum* sie — der Ausdruck mag etwas hart sein — in seinem Werk unter die Missbildungen zählte, so war er von *diesem* Standpunkt aus — dem der *Zwecklosigkeit* — wohl einigermassen berechtigt dazu.

Nach Abschluss vorliegender Arbeit wurde ich auf eine Mitteilung *Féré's* über Doppeleier beim Huhn aufmerksam gemacht. Er hat bebrütete Doppeleier untersucht. Seine Erfahrungen stimmen mit den meinigen überein. Die Abhandlung ist ohne Abbildungen. *Féré*, Société de Biologie; comptes rendus 1897.

Resultate.

1. Unter Doppeleiern gibt es solche, welche
   a) eine für beide Dotter gemeinsame Dotterhaut,
   b) eine für jeden Dotter gesonderte Dotterhaut besitzen.
2. Für die Lage der Zwillinge aus solchen Doppeleiern des Huhnes lässt sich keine Norm aufstellen.
3. Einer der Dotter hat in seiner Entwicklung unter der Anwesenheit des andern zu leiden.

4. Von den Doppeleiern können *diejenigen*, welche *gesonderte Dotterhaut* besitzen, durch *gleichzeitiges Platzen zweier Follikel* oder durch Gegenwart *zweier Eier* in *einem Graaf'schen Follikel* entstehen. *Diejenigen*, welche von einer *gemeinsamen Dotterhaut* überzogen sind, stammen wahrscheinlich aus *einem Follikel* und erhalten dort ihre Hülle.
5. Auch in dem Ovarium des Huhnes kommen bisweilen *zwei* Eier in *einem* Graaf'schen Follikel vor.
6. Doppeleier der Vögel bilden *keinen* Fortschritt im Interesse der Erhaltung der Art.

Die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden im Normal-anatomischen Institut zu Basel ausgeführt, und ist es mir bei Abschluss derselben eine angenehme Pflicht, *Herrn Professor Dr. J. Kollmann*, meinem hochverehrten Lehrer, für seine gütige Unterstützung mit Rat und That, meinen besten Dank auszusprechen.

Einschlägige und benützte Litteratur.

ca. 300 v. Chr. **Aristoteles:** «Tierkunde» hersg. von Dr. Aubert und Dr. F. Wimmer. Leipzig 1868. B. VI. Cap. 3.

1687 **Fabricius ab Aquapendente:** «Opera omnia anatomica et physiologica.» Lipsiæ 1687.

1754 **Jussieu:** Histoire de l'acad. royale des sciences. 1754.

1765 **Jakobi:** Hannover'sches Magazin. 1765. 62. Stück.

1821 **Barkow:** «Diss. de monstris duplicibus verticibus interse junctis. Berol. 1821.

1827 **Wolff:** Meckels Archiv. 1827, pag. 576.

1828 **von Baer:** «Entwicklungsgeschichte der Tiere.» Königsberg. 1828.

1829 **Tiedemann:** Zeitschrift für Physiologie. Bd. III., pag. 5.

1842 **Bidder:** Müllers Archiv.

Bischoff Th. L. W.: «Entwicklungsgeschichte der Säugetiere und des Menschen.» 1842.

Derselbe: «Entwicklungsgeschichte des Kaninchens.» 1842.

Reichert: Bericht der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin. 1842.

1844 **Thomson A.:** The London and Edinbourgh mouthly Journal. 1844.

1845 **von Baer C. E.:** Novi commentarii Academiæ imp. Petropolitanæ. 1845. Ser. VI.

Derselbe: Memoires de l'Académie des sciences. 1845.

Bischoff: «Entwicklungsgeschichte des Hundeeis.» 1845.

Leuckart R.: «De monstris eorumque ortu et causis.» Göttingæ 1845.

Wagner: Lehrbuch der speziellen Physiologie. Leipzig.

1846 **Beneke J. S.:** «Disquisitio de ortu et causis monstrorum.» Göttingæ 1846.

1848 **d'Alton E.:** «De monstrorum duplicium origine atque evolutione commentatio.» Halis 1848.

1850 **Meckel von Hemsbach:** «Über die Verhältnisse des Geschlechts bei einfachen und bei Mehrgeburten.» Müller's Archiv 1850.

1851 **Valentin G.**: «Entwicklungsgeschichte der Missbildungen.» Vierordt's Archiv. 1851.

Derselbe: Über die Entwicklung der Doppelmissbildungen.» Archiv für phys. Heilkunde. 1851.

1854 **Schultze B.**: «Über anomale Duplizität der Axenorgane.» Virchow Archiv 1854. Bd. 7.

1855 **Bock H. W. F.**: «Beschreibung eines Falls von Drillingsschwangerschaft.» Diss. Marburg. 1855.

Coste: Comptes rendus. T. 40. 1855.

St. Hilaire G.: Comptes rendus. Tome XL. 1855. p. 873.

Lereboullet: Comptes rendus. 1855. I.

Serres: Comptes rendus 1855, pag. 629.

1856 **Frémy et Valenciennes**: Comptes rendus. 1856. I. Nr. 1.

Quatrefage: Comptes rendus. Tome XL. 1856.

Serres: Comptes rendus 1856, pag. 1024—1029.

1860 **Panum P. L.**: «Untersuchungen über Entstehung der Missbildungen.» Berlin 1860.

1862 **Schrohe**: «Über den Einfluss von Verletzungen auf die Entwicklung.» Diss. 1862.

1863 **Milne-Edwards M.**: «Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée.» Tome VIII.

1864 **Lereboullet**: «Recherches sur les monstruosités du brochet.» Ann. des sciences naturelles. V. S. Zoologie. Tome I. 1864.

Reichert: Reichert's Archiv 1864.

1866 **Bruch**: «Über Entstehung der Doppelbildungen.» Würzburg. med. Zeitschrift. Bd. 7. 1866.

Dönitz: «Beschreibung und Erläuterung von Doppel-Missgeburten.» Reichert's Archiv 1866.

1871 **Kleinwächter L.**: «Lehre von den Zwillingen.» Prag 1871.

1873 **Knoch**: «Über Missbildungen, betreffend die Embryonen des Salmonen- und Coregonusgeschlechts.» Bull. de Moscou. Tome XLVI. 1873.

Virchow R.: Über die sogenannte «zweiköpfige Nachtigall.» Berliner klinische Wochenschrift. X. Jahrgang. Nr. 9.

1874 **Ahlfeld**: «Beiträge zur Lehre von den Zwillingen.» Archiv für Gynäkologie 1874.

Dareste: Archives de Zoologie experimentale par Lacaze Duthier. Tome III. 1874.

Schenthaner: Pesther med.-chir. Presse. 1874.

1875 **Dittmer:** «Zur Lehre von den Doppel-Missgeburten.» Reichert's Archiv. 1875.

1876 **Ahlfeld:** Beiträge zu der Lehre von den Zwillingen. Archiv für Gynækologie 1876.

Cohn L.: «Über Zwillingsgeburten.» Diss. Berlin. 1876.

1877 **Born G.:** «Über Furchung des Eis bei Doppelbildungen.» Bresl. ärztl. Zeitung. 1877. Nr. 15.

Dareste: «Production artificielle des monstres.» Bruxelles 1877.

Rauber: «Theorien der excessiven Monstra.» Virchow Archiv. Bd. 71. 1877.

1878 **Oellacher:** «Terata mesodidyma von Salm salvelinus.» Berichte der k. k. Akad. der Wissenschaften zu Wien. 1878. Nat. Klasse.

Panum: «Beiträge zur Kenntnis der phys. Bedeutung der angeborenen Missbildungen.» Virchow Archiv, Bd. 72. 1878.

Parona u. Grassi: Atti de la società Ital. d. sc. nat. Vol. XX. 1878.

Rauber: Theorien der excessiven Monstra. Virchow's Archiv. Bd. 74.

1879 **Kölliker A.:** «Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere.» Leipzig 1879.

Göhlert J. V.: «Die Zwillinge.» Virchow's Archiv. 1879.

1881 **Hensen:** Physiologie der Zeugung. 1881. Leipzig.

1882 **Born:** «Über Doppelbildungen beim Frosch und deren Entstehung.» Bresl. ärztl. Zeitung 1882. Nr. 4.

Gerlach: «Die Entstehung der Doppel-Missbildungen bei höheren Wirbeltieren.» Stuttgart 1882.

1887 **Muyschkin:** «Zur Lehre von der Zwillingsschwangerschaft und von der Entstehung der angeborenen Missbildungen»: «I. Ovum humanum gemelliferum.» Virchow, Archiv für path. Anat. 1887.

1888 **Levy C.:** «Über Ursachen und Verlauf der Zwillings-Schwangerschaft.» Würzburg 1888.

Roux: «Über künstliche Hervorbringung halber Embryonen durch Zerstörung einer der beiden Furchungskugeln, sowie über Nachentwicklung (Postgeneration) der fehlenden Körperhälfte.» Virchow's Archiv. Bd. 114. 1888.

1891 **Rumpe:** «Über einige Unterschiede zwischen eineiigen und zweieiigen Zwillingen.» Zeitschrift für Geburtshülfe und Gynäkologie. 1891. Nr. 22.

1892 **Roux**: «Über das entwicklungsmechanische Vermögen jeder der beiden ersten Furchungszellen des Eis.» Verhandlungen der anat. Gesellschaft Wien. 1892.

Windle: «A Note on identical Malformations in twins.» Journal of Anat. and Phys. Vol. XXVI.

1894 **Born**: «Die künstliche Vereinigung lebender Amphibienlarven.» Jahresbericht der schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur. Sitzung vom 8. Juni 1894.

Lachi P.: «Nota su di un caso di apparente superfetazione.» Boll. R. Accad. med. di Genova. 1894.

Loeb: «Über eine einfache Methode, zwei oder mehr zusammengewachsene Embryonen aus einem Ei hervorzubringen.» Pflüger's Archiv. Bd. 55. 1894.

Roux: «Die Methoden zur Erzeugung halber Froschembryonen und zum Nachweis der ersten Furchungsebene des Frosches zur Medianebene des Embryo.» Anat. Anz. Bd. IX. Nr. 8 u. 9.

von Speyr Th.: «Die mehrfachen Geburten in ihren erblichen Beziehungen.» Diss. Basel 1894.

Schultze O.: «Über die Bedeutung der Schwerkraft für die organische Gestaltung, sowie über die mit Hülfe der Schwerkraft mögliche künstliche Erzeugung von Doppelmissbildungen.» Verh. der med. phys. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 28. 1894.

Derselbe: «Die künstliche Erzeugung von Doppelbildungen bei Froschlarven mit Hülfe abnormer Gravitationswirkung.» Archiv für Entwicklungsmechanik I, 2. 1894.

Wiedemann J.: «Über die Entstehung der Doppelbildungen». Virchow Archiv. Bd. CXXXVIII, s. p. 161.

Windle: «On some Conditions Relatet to Double-Monstrosity.» Journal of Anat. and Phys. Vol. XXVIII.

1895 **Driesch u. Morgan**: «Zur Analysis der ersten Entwicklungsstadien des Ktenophoreneis.» Archiv für Entwicklungsmechanik. II. 1895.

Duloroy: «Monstres doubles.» Bull. de la société anat. de Paris 1895.

Duval: «Les monstres par défaut et les monstres par excès de fécondation.» Ann. de Gynæc. et de l'Obstet. 1895.

Hellin D.: «Die Ursache der Multiparität der uniparen Tiere überhaupt und die Zwillings-Schwangerschaft beim Menschen insbesondere. München 1895.

Kästner: «Über künstliche Kälteruhe von Hühnereiern im Verlauf der Bebrütung.» Archiv für Anat. u. Phys. 1895.

Morgan: «Half and Whole Embryos from the Frog's Egg.» Anat. Anz. Bd. X. Nr. 19.

Windle: «On double Malformations amongst Fishes». Procedings of the Zoological Society of London. 1895,

1896 **Hertwig O.**: «Exp. Erzeugung tierischer Missbildungen.» Gegenbaur-Festschrift. Leipzig 1896.

Kästner: «Über die Unterbrechung von Hühnereiern als Methode zur Erzeugung von Missbildungen.» Verhandl. der anat. Gesellschaft. 1896.

Schuhmacher: Zoologischer Anzeiger 1896, pag. 510.

1897 **Féré Ch.**: Note sur le développement et sur la position de l'embryo du poulet dans les œufs à deux jaunes. Société de Biologie. Comptes rendus. Oct. 2. 1897.

Fischel A.: Experimentelle Untersuchungen am Ctenophorenei. Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. VI.

1898 **Bauer R. W.**: «Über das Doppelei eines Haushuhns.» Mitteilung im biologischen Centralblatt. Bd. XVIII., 1898 Nr. 8 (15. April).

Kollmann J.: «Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.» Jena 1898.

Mitrophanow P.: «Note sur les œufs doubles.» Bibliographie, anat. Tome VI. 1898.

Stöckel, O.: Über Teilungsvorgänge in Primordialeiern bei einer Erwachsenen. Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 58. 1898.

Erklärung der Figuren.

Alle Eier sind so orientiert, dass das spitze Ende nach rechts sieht. Die Lage der Embryonen ist genau dargestellt, wie sie auf dem Dotter hervortrat.

Fig. I: Doppelei 120 Stunden im Brutapparat. Gefässhof auf beiden Dottern gut entwickelt. Der Dotter am stumpfen Pol zu ungunsten des andern ausgedehnt. Der am spitzen Pol liegende Dotter an der Berührungsstelle mit seinem Nachbar etwas concav eingedrückt. Die Embryonen liegen Schwanz gegen Schwanz.

Fig. II: Doppelei 135 Stunden im Brutapparat. Ohne Schale, ohne Eiweiss, aber mit Erhaltung der Dotterhaut dargestellt. Der Gefässhof auf dem Dotter am stumpfen Pol gut entwickelt, der auf der andern Seite zurückgeblieben. Die Embryonen liegen Kopf gegen Kopf.

Fig. III: Doppelei 103 Stunden im Brutapparat. Keine Embryonen. Schale und Eiweiss entfernt. Die Dotterhaut ist an der Berührungsstelle durchgerissen und die beiden Dotter sind auseinander gelegt, um zu zeigen, wie eine gemeinsame Haut beide Dotterkugeln überzieht.

Fig. IV: Doppelei 101 Stunden bebrütet. Beide Keimanlagen entwickelt. Die Area vasculosa auf dem Dotter am stumpfen Pol grösser. Die Gefässhöfe nicht in derselben Ebene. Die Embryonen liegen Kopf gegen Kopf, der Rumpf verschieden.

Fig. V: Doppelei 73 Stunden bebrütet. Der am spitzen Pol liegende Dotter ansehnlich kleiner als der am stumpfen Pol gelagerte. Eiweiss ungleich verteilt. Entwicklung nicht gleichmässig. Der Embryo am spitzen Pol fehlt vollständig.

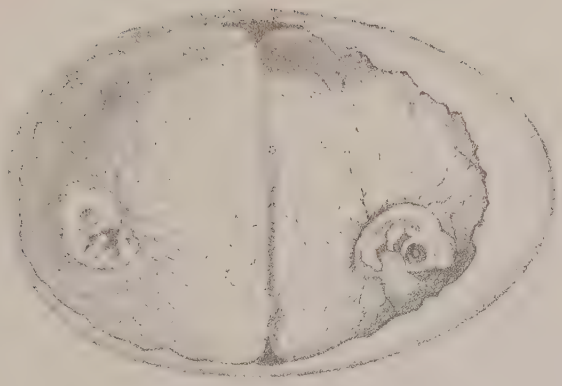

Fig. I.

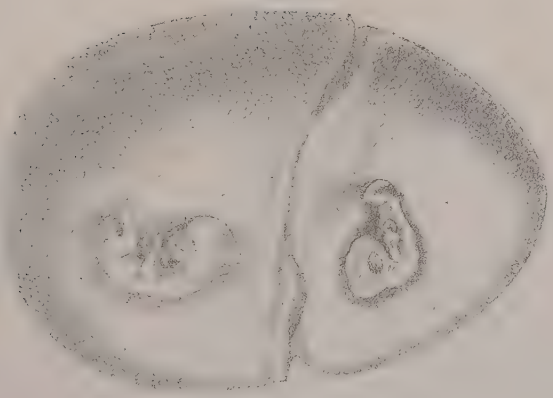

Fig. II.

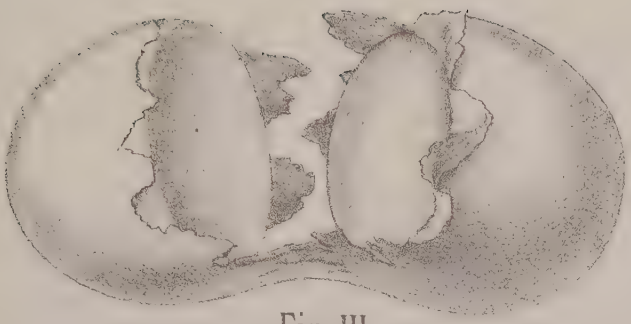

Fig. III.

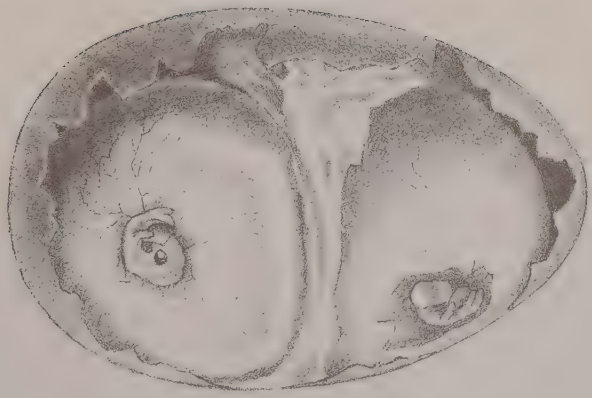

Fig. IV.

Fig. V.